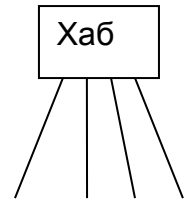
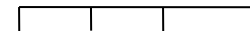


# Канальный уровень в ЛВС

# Особенности локальных сетей

ЛВС - комплекс: кабельная система, активное сетевое оборудование, компьютеры (WS), серверы, ПО.

## Классические LAN



- **Типовая топология**

(Шина, кольцо, звезда)

- **Разделяемая среда (Shared Media)**

- **Полудуплексный режим**

Достоинства: Простота и дешевизна. (<100 ЭВМ)

Ограничения: Диаметр, Надежность ↓ Производительность ↓

## Тенденции (Современные LAN)

- **Индивидуальные ЛС** (мосты, коммутаторы)
- **Полнодуплексный режим** (и полудуплексный)
- **Преимственность**

# Структура стандартов IEEE 802.x

Стандарты ISO 8802.1...5 LAN: 2 уровня (Phy, DLL), DLL: 2 подуровня (LLC, MAC)



# Подкомитеты 802

- 802.1 – Internetworking;**
- 802.2 - Logical Link Control;**
- 802.3 - Ethernet с методом доступа CSMA/CD;**
- 802.4 - Token Bus LAN;**
- 802.5 - Token Ring LAN ;**
- 802.6 - Metropolitan Area Network, MAN;**
- 802.7 - Broadband Technical Advisory Group;**
- 802.8 - Fiber Optic Technical Advisory Group;**
- 802.9 - Integrated Voice and data Networks ;**
- 802.10 - Network Security;**
- 802.11 - Wireless Networks;**
- 802.12 - Demand Priority Access LAN.**

# Протоколы “Технологии LAN”

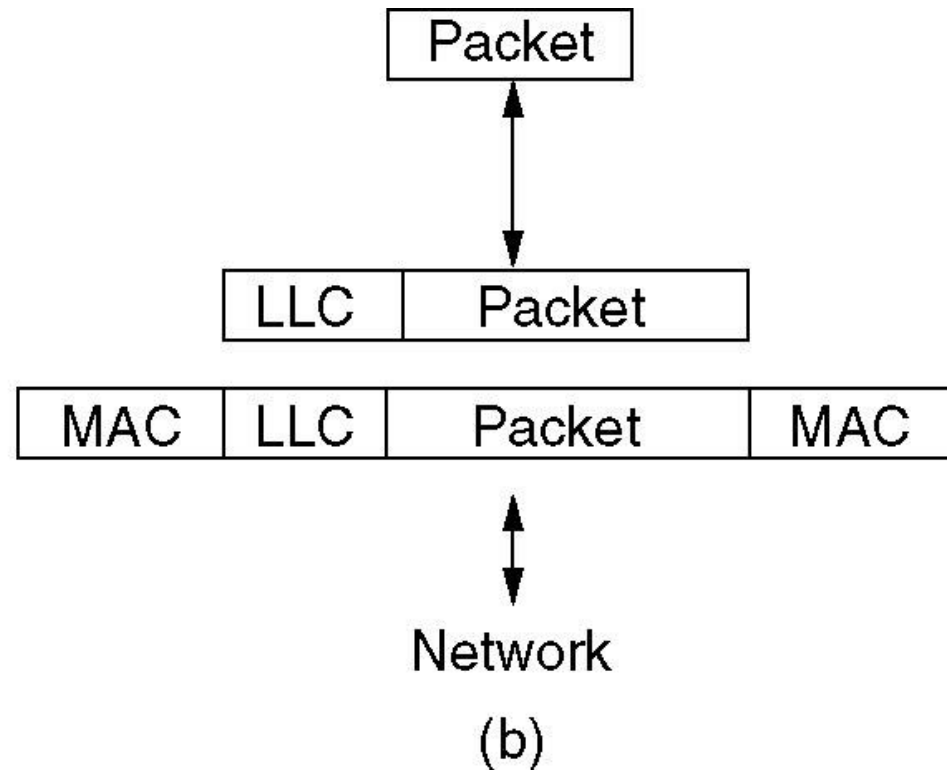
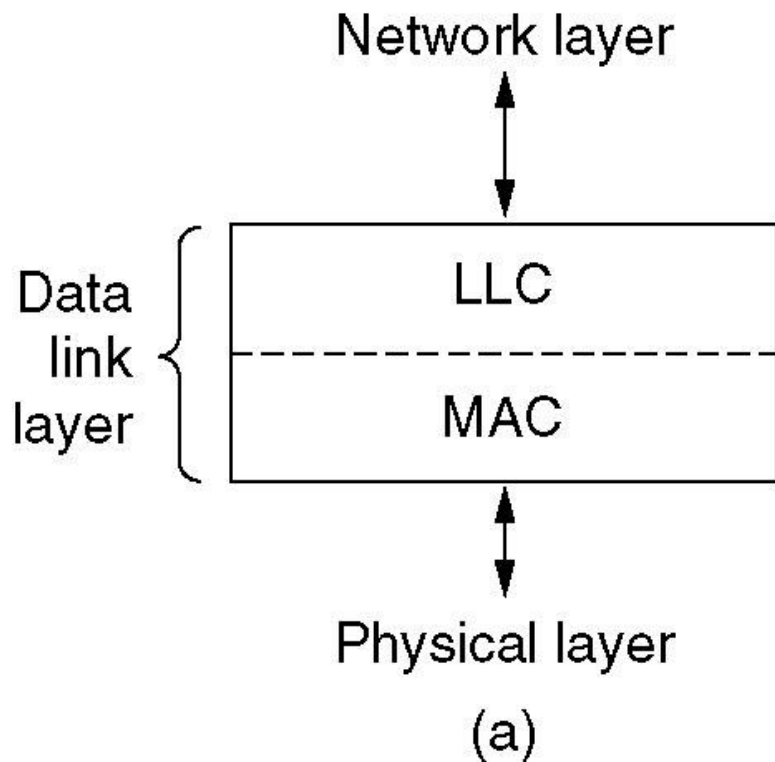
## 2 уровня (Phy, DLL)



Соответствие протоколов LAN уровням модели OSI

# LAN : DLL - 2 подуровня (LLC, MAC)

## IEEE 802.2: Logical Link Control



Специфика LAN – Medium Access Control (MAC)

LLC и MAC - независимы

# Процедуры уровня LLC

- LLC1 – без установления соединения и подтверждений;
- LLC2 – с установлением соединения и подтверждением. Скользящее окно;
- LLC3 – без установления соединения но с подтверждением.

В стеке TCP/IP обычно LLC1

# Типы кадров LLC

- Информационные (LLC2)
- Управляющие (запрос на ретрансмиссию)
- Ненумерованные (без установки соединения)

LLC1 - только ненумерованные кадры



# LLC: ВЫВОДЫ

- Три типа процедур (требуемое качество)
- LLC2 – дуплексный логический канал
- LLC2 – алгоритм скользящего окна
- TCP/IP - LLC1

# Medium Access Control Sublayer

Доступ к разделяемой среде

- Случайный доступ (Ethernet)
- Детерминированный доступ (Token Ring, FDDI)

# MAC - адреса

**Физический адрес** сетевого адаптера - 6 байт

Старшие 3 байта - ID производителя

Адрес: индивидуальный, групповой, широковещательный

```
C:\Program Files\Far>arp -a
```

```
Interface: 194.85.98.25 --- 0x10003
```

Internet Address	Physical Address	Type
194.85.98.30	00-15-2b-b7-8e-42	dynamic

```
C:\Program Files\Far>
```

# Технология Ethernet (802.3)

- Ethernet DIX □ 802.3
- 802.3 : 10Base-2, 10Base-5, 10Base-T, 10Base-FL, 10Base-FB

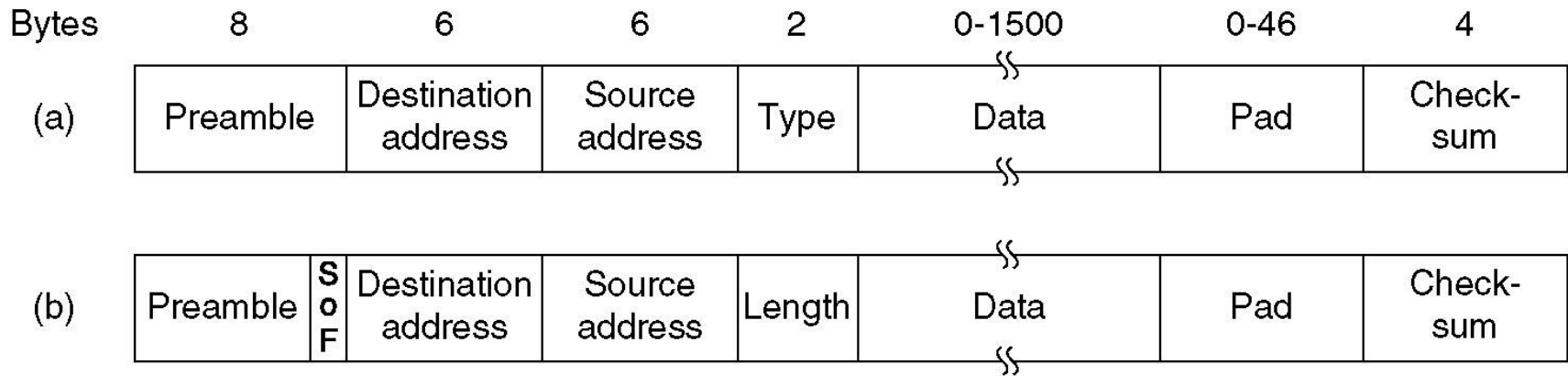
Fast Ethernet □ 802.3u

Gigabit Ethernet □ 802.3z

10Mbit Ethernet – Манчестерский код

Ethernet – CSMA/CD

# Ethernet MAC Sublayer Protocol



Frame formats. (a) DIX Ethernet, (b) IEEE 802.3.

# Форматы кадров Ethernet

Преамбула не показана

## Raw 802.3 (Novell 802.3)

6	6	2	46-1500	4
DA	SA	L	DATA	FCS

## Ethernet DLX (Ethernet II)

6	6	2	46-1500	4
DA	SA	T	DATA	FCS

## 802.3/LLC (802.3/802.2, Novell 802.2)

6	6	2	1	1	1(2)	46-1497 (1496)	4
DA	SA	L	DSAP	SSAP	Cntr	DATA	FCS

## Ethernet SNAP

6	6	2	1	1	1	3	2	46-1492	4
DA	SA	L	DSAP	SSAP	Cntr	OUI	T	DATA	FCS

# CSMA/CD

Carrier-Sense-Multiple-Access / Collision Detection

Логическая общая шина (коллективный доступ)

1 Прослушивание 'несущей' (5-10МГц - Ethernet)

2 "Несущая" отсутствует – разрешена передача

3 "Несущая" присутствует – ожидание

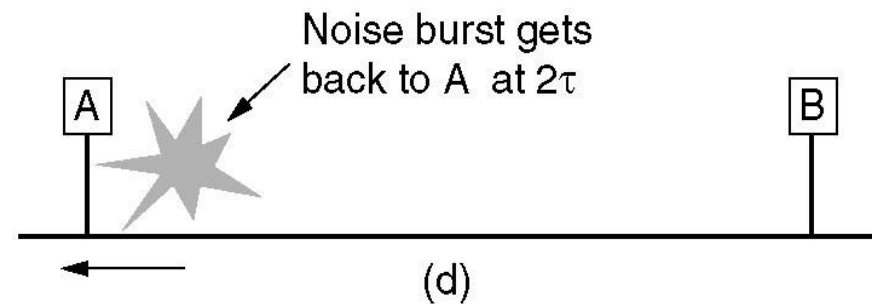
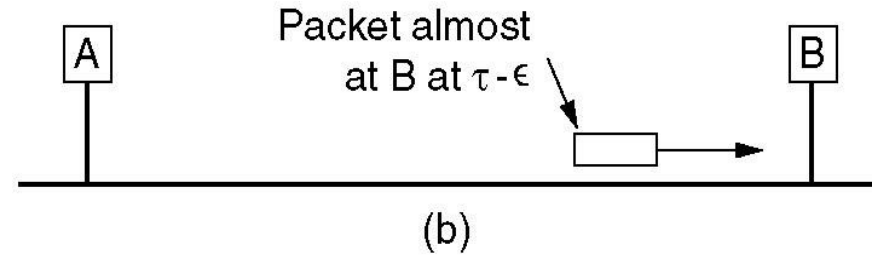
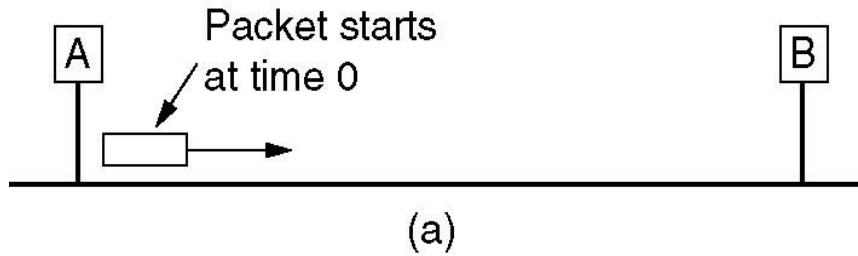
4 После окончания кадра – 9.6 мкс Inter Packet Gap

Коллизия – одновременная передача 2х узлов

Коллизия – останов передачи – jam-последовательность 32бит –  
пауза

Пауза =  $L \times$  (интервал отсрочки - 512бит),  $L = (0-2^N)$

# Ethernet MAC Sublayer Protocol (2)



Collision detection can take as long as  $2\tau$ .



# Collision Detection

$T_{\min} = \geq \text{PDV (Path Delay Value) - RTT}$

$T_{\min} = f(\text{длина кадра, скорость передачи})$

$\text{PDV} = f(\text{длина сегмента, скорость распространения})$

Ethernet: длина кадра –  $46\text{B} + 18\text{B} + 8 = 72\text{B}$

Coax – коллизийный домен - 2500м

Fast Ethernet – 210м

Gigabit Ethernet – 25м ? - увеличение мин. длины

Домен коллизий – часть сети, все узлы которой конкурируют за доступ к среде

# Производительность Ethernet

Кадры/сек ?          Бит/сек ?

Кадры минимальной длины

$t_{\text{мин}} = 72\text{В} = 576 \text{ бит} = 57,6 \text{ мкс}$

$\text{IPG} = 9,6 \text{ мкс}$

$T_{\text{мин}} = 67,2 \text{ мкс}$      $N_{\text{мин}} = 14880 \text{ кадр/сек}$

$T_{\text{макс}} = 1526 \text{ мкс}$      $N_{\text{макс}} = 813 \text{ кадр/сек}$

$C_{\text{мин}} = 5,48 \text{ Мбит/с}$

$C_{\text{макс}} = 9,76 \text{ Мбит/с}$

# Fast Ethernet

Все отличия от Ethernet - на физическом уровне  
MAC и LLC – те же стандарты 802.3 и 802.2

3 типа кабелей (3 спецификации)

100Base-TX – 2 пары UTPcat5 или STPtype1

100Base-T4 – 4 пары UTPcat3, 4 или 5

100Base-FX - 2 волокна ВОК MM

Формат кадра тот же

IPG=0,96 мкс Бит-интервал – 10 нс

Признак свободной среды – спецсимвол Idle

Диаметр сети ~ 200 м, Full-duplex – нет ограничений

Все карты – 100/10 мбит/с

# Автопереговоры (Auto-negotiation)

Все карты – 100/10 мбит/с: 5 режимов работы

по приоритету:

- 10Base-T – 2 пары UTPcat3
- 10Base-T – 2 пары UTPcat3 full-duplex
- 100Base-TX – 2 пары UTPcat5 (или STPtype1)
- 100Base-T4 – 4 пары UTPcat3
- 100Base-TX full-duplex 2 пары UTPcat5

Устройство А – Fast Link Pulse (FLP) – код режима

Устройство В – FLP (код поддерживаемого режима)

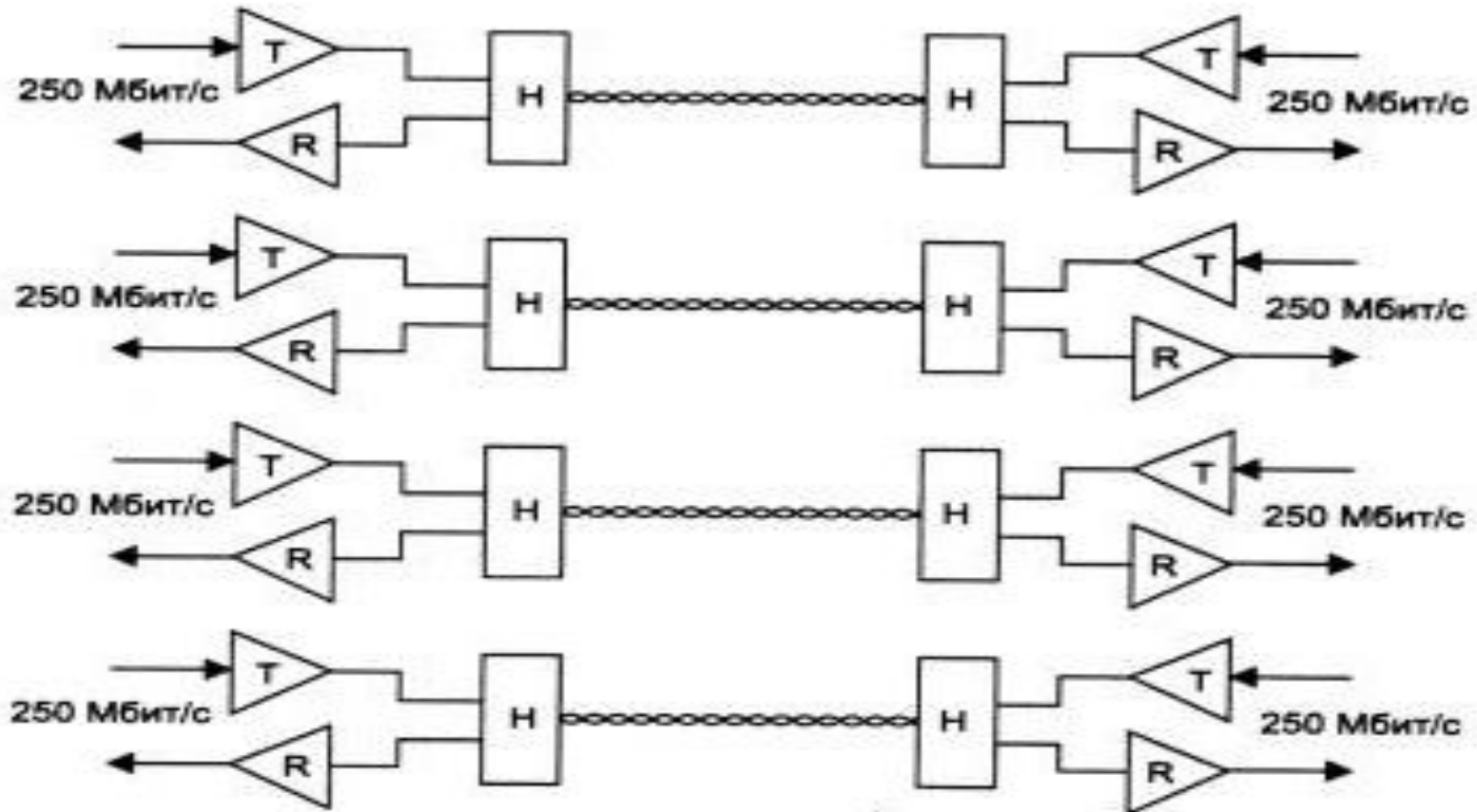
или импульсы кода M-II (каждые 16 мс)

# Gigabit Ethernet (802.3z - 1 Гбит/с)

- **1000BASE-T** - IEEE 802.3ab — кабель UTP кат.5. (250 Мбит/с по одной паре. Код PAM5).
- **1000BASE-TX** - кабель 6 категории.
- **1000BASE-SX** - многомодовый ВОК (L = 550 м)
- **1000BASE-LX** – многомодовый или одномодовый ВОК (L = 80 км).

# Gigabit Ethernet IEEE 802.3ab.

## Двухнаправленная передача по 4 парам UTP кат.5



Вычитание передаваемого сигнала из сигнала в линии  
Полудуплексный режим: Встречный поток - коллизия  
Полнодуплексный режим: Встречный поток - норма